

廃棄物最終処分場におけるジオメンブレン遮水構造の 品質管理手法に関する研究

新 井 斉

要 旨

廃棄物最終処分場が環境に負荷を与える原因は浸出水である。浸出水とは、廃棄物に接触することにより、廃棄物中の有害成分が溶出して汚染された雨水のことであって、浸出水が漏水となって地下に浸透すれば、地下水汚染及び土壌汚染と言う環境破壊を引き起こす。この地下水汚染等を防止する上で、重要な役割を果たしているのが遮水工であり、遮水工の材料として主として用いられているのがジオメンブレンである。遮水工が破損すれば浸出水の漏水が発生し、地下水汚染等を防止するという本来の目的を達成出来ない。したがって、遮水工の漏水を防止することは、廃棄物最終処分場にとって極めて重要なことである。この課題に対して廃棄物最終処分場における地盤工学上の問題としては、これまで堤体の安定、基礎地盤の支持力・沈下、ジオメンブレンと地盤との相互作用（摩擦）等が研究されて来たが、今後は遮水工の信頼性の向上（漏水の防止）も地盤工学上重要な課題である。本研究はこのような現状に対して、供用中の漏水検知システム及び施工実績や破損事例を検討し、また、施工面でジオメンブレンの品質管理について新しい検査方法を実験し、施工中のジオメンブレンの品質確認が遮水工の信頼性の向上にとって重要であることを提案している。また、設計面での留意事項を指摘している。廃棄物最終処分場に対する住民の不安を取り除き、その建設を進捗させるためにも、安全な設計及び施工の合理的手法を確立することには、大きな社会的意義がある。

第1章では、本研究の目的について述べ、従来の研究ではジオメンブレンの物性値に関する研究が多いことを指摘している。本論文では、遮水工の設計、施工、供用の各段階のジオメンブレンの漏水の要因の減少について具体的対策を検討することを述べている。

第2章では、本論文の研究対象である廃棄物最終処分場における遮水工の現状を説明している。遮水工の材料であるジオメンブレンには合成ゴム系、合成樹脂系があり各種の材質が用いられているが、ジオメンブレンの破損の原因を解析する上での差異は認められない。ジオメンブレンは底部、集排水管部、合流柵部、法面部、固定部よりなり、底部及び法面部の平坦な箇所の溶着はダブルシームである。集排水管部、合流柵部、固定部等自走式溶着機が使用出来ない箇所の溶着はシングルシームである。ダブルシームの溶着検査は加圧検査で、シングルシームの溶着検査は負圧検査で行う。アメリカ及びドイツでは遮水工は二重シートであるが、日本でも1998年に厚生省の構造基準は二重シートに改正されたが、これも遮水工の信頼性の向上の一環である。

第3章では、ELLシステムにより発見されたジオメンブレンの破損事例について述べてる。ジオメンブレンの漏水の要因は、立地、設計、施工、供用の各段階において存在するが、わが国では降

学位記番号と学位：乙第2号，博士（工学）
授与年月日：平成14年3月20日
授与時の所属：大学院土木工学専攻受託研究員

雨量や地下水および山地が多い等、地理的に立地における要因をゼロにすることは困難である。供用における要因を排除するには、漏水検知システムによって漏水箇所を発見・補修することが効果的である。設計、施工に関する要因の対策は破損事例の調査結果に基づいて第 4 章及び第 5 章で考察する。漏水検知システムには物理式と電気式があるが、筆者が開発した漏水検知システム (ELL システム) は電気式である。ELL システムは現在 25 箇所の廃棄物最終処分場において実績があり、この 25 箇所の処分場で発見された 18 例のジオメンブレンの破損事例について調査したが、結果は以下の通りである。

施工中の破損が多い 12 件 (67 %)

施工中の破損の原因は溶着不良が多い 9 件 (50 %)

これよりジオメンブレンの漏水の防止のためには、新たなジオメンブレンの溶着部の検査方法の開発が必要であり、第 4 章で実験及びその適用を図る。

第 4 章では、第 3 章において指摘されたジオメンブレンの溶着不良部への対策として、施工中の品質管理のための新しい検査方法の実験を行うと共に実際の廃棄物最終処分場に適用した結果について述べている。ジオメンブレンの固定部ならびに集排水管部及び合流枡部の溶着箇所の検査は負圧検査により行うが確実な検査が出来ない。負圧検査を補完する検査方法としては ELL システムの応用が考えられる。ELL システムの応用として移動式、分割式の実験を行ったが、結果は設置された測定電極がなくても移動式、分割式でジオメンブレンの破損は検知出来ることが判明した。実験の成果を踏まえて固定部ならびに集排水管部及び合流枡部の溶着部の電気式検査機を開発し、実際の処分場に適用したが、固定部の数個の溶着不良箇所を発見し十分なる成果をあげることが出来た。

第 5 章では、第 3 章において調査したジオメンブレンの破損事例から、廃棄物最終処分場の形状、保護層の厚さ・材質、浸出水集排水設備の検討も重要であることを論じ、設計への考え方を提案している。廃棄物最終処分場の形状としては堀込型と盛立型があるが、設計における漏水の要因の減少には盛立型の方が有利である。わが国では盛立型は約 10 % しか普及していないが、盛立型の優位性をもっと評価されるべきである。ジオメンブレンを損傷しないためには、保護層の厚さは 50 cm 程度必要であり、ジオメンブレンを損傷させない保護層の施工方法の開発が必要である。集排水管部の U 字型施工は溶着部の検査を困難にし好ましくないため、V 字型施工がよい。またフィルター材の礫が散乱しないようジオネットでフィルター材を包むことを提案し、実施を試みている。

以上の研究成果に基づいて、遮水工の合理的な設計、施工手法を次のように提案する。

- (1) 保有水位より下部を底面部、保有水位より上部を法面部と称し、遮水工は底面部と法面部とに分けて設計する。
- (2) 遮水構造は、底面部では保有水位を保持出来る構造とし、底面部内では同一構造とする。
- (3) 保有水位は極力低くし、基準値を設ける (アメリカでは 30 cm 以下としている)。
- (4) ジオメンブレンは極力平坦な使い方をし、集排水管部及び固定部等のために U 字型施工をすることは避ける。
- (5) 浸出水集排水管の本管と枝管の合流部には合流枡は設けない。
- (6) ジオメンブレンを敷設し、不織布を敷設し終わった段階で、個別の溶着部検査とは別途にジオメンブレンの全面検査 (電気式等) を行う。
- (7) 保護層の施工方法はジオメンブレンを損傷しない工法とする (例えばサンドマットの設置等)。

第 6 章では本研究の結論と今後の課題について述べている。

主指導教員 熊谷 浩二

Studies on Quality Control Method for Impervious Structure Using Geomembrane of Waste Landfills

Hitosi ARAI

Abstract

The cause of environmental load on the waste fills is, what is called, leachate. Leachate is the rain water that has been contaminated by hazardous components of the waste in the landfills when it passes through the waste contained in the site. The leachate that infiltrates into the ground causes environmental disruption which is the contamination of the ground water existing below the site. As a means for preventing the contamination of the underground water, seepage control works play important roles. That it, if a seepage control work is damaged, the leachate leaks through it into the ground water, resulting in preventing it from achieving its primary function, prevention of underground water from contamination. Therefore, it is very important for waste landfills to prevent leakage of leachate through their seepage control works. To deal with this issue, geotechnical engineering has worked on the subjects such as stability of embankments, bearing capacity and settlement of the foundation ground, and interaction between the seepage control materials and the ground (friction) with regard to waste landfills. The future subjects of study of geotechnical engineering may include improvement of reliability of the seepage control works (reduction of the amount of leakage) in addition to the conventional subjects. It is believed that design of safer waste landfills and establishment of rational method of constructing the sites are socially significant much for freeing the residents mind from anxiety for the landfills, resultthig in advancing construction of the facilities smoothly.

Chapter 1. Introduction of this paper describes the object of this study, and takes a general view of conventional studies on the seepage control works that are background of the present study. The chapter points out that the conventional studies are apt to be biased to the issues of materials and strengths of geomembranes, and describes that the purpose of this study is for improvement of reliability of the seepage control works with regard to the design, construction, maintenance and management of the facilities.

Chapter 2. Present State of Seepage Control Works in Waste Landfills explains the waste landfills, which are the object of this study. Following the explanation of the waste landfills, the chapter describes the structure of the seepage control works which are the subject of this study, and domestic and international standards for the seepage control works, and then takes a general view of geomembrane which is the principal material of the seepage control works.

Chapter 3. presents actual cases of damages of geomembrane that were detected by the ELL system. To remove the cause regarding the operation of landfills, it is effective to use a

leakage detection system to identify the leakage, and then repair the damage, The measures against causes regarding the design or installation are discussed in Chapters 4 and 5 based on the results of investigation of actual cases of the damage. The performance of the ELL system have been demonstrated in twenty five (25) waste landfills presently. We investigated eighteen (18) cases of the damage of the geomembrane that were discovered in these twenty five (25) waste landfills. The results are as follows.

Damages caused by the installation: 12 cases (67 %)

Imperfect welding during installation: 9 cases (50 %)

From the above results, it can be concluded that the development of a new method for inspection of the welded seems of geomembrane sheets.

Chapter 4. explains the experiment with regard to the method of managing seepage control works during installation and application of the method. The chapter describes the experiment of a new inspection method for quality management during installation of the geomembrane that was pointed out in Chapter 3., and discusses the results of application of the experiment outcomes to actual waste landfills.

Chapter 5. proposes ideas of designs based on actual cases of the installation works. This chapter uses actual cases of damages on the geomembrane that was found with the leakage detection system to discuss that it is important to examine subjects such as the form of the waste landfills, collection and draining of water and protective layers for the design of the waste landfills as well as the quality management during the installation, and proposes some ideas for the design.

Based on the results of the study described above, we propose the rational methods of design and installation of the seepage control works as described below.

- (1) Geomembrane sheets are to be laid as flat as possible, and the use of “U” shaped installation of the sheets is to be avoided as far as possible when using the material as water intake/drainage pipe or for fixing.
- (2) After installing geomembrane sheets and non-woven fabric sheets, inspection of entire surface of the sheet is to be made in addition to inspections of individual welded seems.

Chapter 6 Conclusion describes the results of this study and issues to be addressed in the future.

Principal academic advisor Koji KUMAGAI